

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2001 年 11 月 22 日 (22.11.2001)

PCT

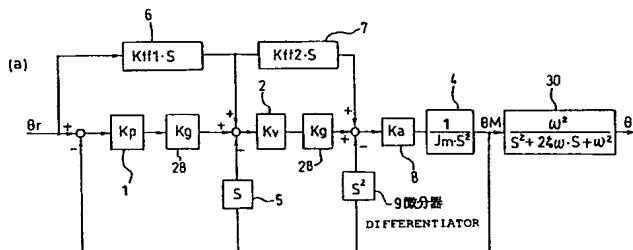
(10) 国際公開番号
WO 01/88649 A1

- (51) 国際特許分類: G05D 3/12 [JP/JP]; 干 806-0004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 Fukuoka (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/03907
- (22) 国際出願日: 2001 年 5 月 10 日 (10.05.2001)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2000-141868 2000 年 5 月 15 日 (15.05.2000) JP
特願 2000-170891 2000 年 6 月 7 日 (07.06.2000) JP
特願 2000-174090 2000 年 6 月 9 日 (09.06.2000) JP
特願 2000-175301 2000 年 6 月 12 日 (12.06.2000) JP
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 富田 浩治 (TOMIYA, Koji) [JP/JP]; 干 806-0004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社 安川電機内 Fukuoka (JP).
- (74) 代理人: 弁理士 小栗昌平, 外(OGURI, Shohei et al.); 干 107-6028 東京都港区赤坂一丁目 12 番 32 号 アーク森ビル 28 階 栄光特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): CN, KR, US.
- (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 安川電機 (KABUSHIKI KAISHA YASKAWA DENKI) 添付公開書類:
— 国際調査報告書

[続葉有]

(54) Title: POSITIONING SERVOCONTROLLER

(54) 発明の名称: 位置決めサーボコントローラ



$$K_{f1} = K_{f2} = 1, J/K_a \rightarrow 0$$

(b)

$$\theta_r \rightarrow \frac{S^2 + K_v K_g \cdot S + K_p K_v K_g^2}{S^2 + K_v K_g \cdot S + K_p K_v K_g^2} \theta_M \rightarrow \frac{\omega^2}{S^2 + 2\zeta\omega S + \omega^2} \theta_L$$

(57) Abstract: A positioning servocontroller performs optimum positioning simply by adjusting control gain. A positioning servocontroller comprises speed feedforward control means (22) that uses a speed command corresponding to the sum of a position deviation and a first feedforward compensation; acceleration feedforward means (23) that uses an acceleration command corresponding to the sum of a speed deviation and a second feedforward compensation obtained by amplifying and differentiating the first feedforward compensation amount; and a torque amplifier (3) that drives an object based on an acceleration deviation as a torque command. The first feedforward gain and the second feedforward gain are derived from a function that uses the values of control gain as arguments.

[続葉有]

WO 01/88649 A1

明 細 書

位置決めサーボコントローラ

〈技術分野〉

本発明は、制御対象の位置決めを行う位置決めサーボコントローラ（位置制御装置）、特に、モータの位置決めを行う位置決めサーボコントローラに関する。

〈背景技術〉

図30は、従来の位置決めサーボコントローラの構成を示す制御ブロック線図である。図30に示すように、従来の位置決めサーボコントローラは、位置制御器1と、速度制御器2と、トルクアンプ3と、モータ4と、微分器5とから構成されている。

この位置決めサーボコントローラは、イナーシャが J [$N \cdot m \cdot s^2$]であるモータ4の位置 θ [rad]を制御するものである。

モータ4にはエンコーダ（不図示）が備え付けられており、このエンコーダによってモータ4の位置 θ が検出できるようになっている。上位装置（不図示）から発せられる位置指令 θ_r とモータ4の位置 θ との位置偏差（ $\theta_r - \theta$ ）は、位置制御器1に入力される。

位置制御器1は、位置ループゲイン K_p [$1/s$]によって、その偏差を K_p 倍した値を、モータ4への速度指令 ω_r [rad/s]として出力する比例制御器である。

微分器5は、モータ4の位置 θ [rad]を微分してモータ4の速度 ω [rad/s]を出力する。

速度制御器2は、速度指令 ω_r [rad/s]とモータ4の速度 ω [rad/s]との速度偏差を入力し、速度ループゲイン K_v [$N \cdot m \cdot s$]によってその偏差を K_v 倍した値をモータ4へのトルク指令 T_{ref} [$N \cdot m$]として出力する比例制御器である。

トルクアンプ3は、トルク指令 T_{ref} を入力してトルク T_r を発生させてモータ4を駆動する。

つまり、この位置決めサーボコントローラは、位置指令 θ_r にモータ4の位置 θ を追従させるためのものであり、モータ4の位置 θ は、位置指令 θ_r に対する位置応答である。

このような従来の位置決めサーボコントローラには、フィードバックされたモータ4の位置応答 θ を元に位置決め制御を行うフィードバック制御方式が用いられている。

上述のように、位置決めサーボコントローラは、通常、位置ループ処理の中に、マイナーループとして速度ループ処理を有している。

しかし、このようなフィードバック制御方式の位置決めサーボコントローラでは、位置ループゲイン K_p 、速度ループゲイン K_v の値は有限の値であり上限値を有している。

そのため、モータ4の位置応答 θ は、位置指令 θ_r とは完全には一致せず、いわゆるサーボ遅れが発生する。

図31は、従来の位置決めサーボコントローラの動作を示すグラフである。

図31(a)には、位置指令 θ_r と位置応答 θ とが示され、図31(b)には、位置指令 θ_r および位置応答 θ の微分 $d\theta_r/dt$ 、 $d\theta/dt$ が示されている。

図31(a)および(b)に示すように、 $d\theta_r/dt$ は、モータ4が一定の加速度で加速して速度が定常速度 V [rad/s]に達し、所定の時間だけ定常速度 V で移動した後、一定の加速度で減速するような指令となっている。

このような場合には、位置偏差は最大で V/K_p [rad]となり、 $d\theta_r/dt$ の値が0になってから位置応答 θ が実際に位置指令 θ_r の値に達するまでの時間は、 $1/K_p$ [s]に比例して長くなる。

なお、図31では、加減速時間=0.1 [s]、定常速度 $V=100$ [rad/s]、所定の時間=0.2 [s]、位置ループゲイン $K_p=25$ [1/s]、速度ループゲイン $K_v=200$ [N·m·s]、イナーシャ $J=1$ [N·m·s²]の場合の指令 θ_r 、 $d\theta_r/dt$ および応答 θ 、 $d\theta/dt$ の変動の様子が示されている。

図31では、定常偏差は、 $V/K_p=100/25=4$ [rad]となり、 $d\theta_r/dt$ が0になってから位置応答 θ の値が実際に位置指令 θ_r の値に達す

構成を示すブロック図である。

図40は、図38の従来の位置決めサーボコントローラに対して調整ゲインKgによりゲイン調整することができるようにした位置決めサーボコントローラの構成を示すブロック図である。

図41は、図40の位置決めサーボコントローラの応答を説明するための図である。

なお、図中の符号の1は位置制御器、2は速度制御器、3はトルクアンプ、4はモータ、5、9は微分器、6、7、10、11、22、23はフィードフォワード制御器、8は加速度制御器、12は2回微分器、13は加速度制御器、16は積分器、17は微分器、27、28、29は増幅器、30は制御対象である。

〈発明を実施するための最良の形態〉

次に、各発明の実施の形態について、図面に基づいて説明する。

全図において、同一の符号がつけられている構成要素は、すべて同一のものを示している。

（実施の形態1）

まず、第1の目的を達成する発明の実施の形態1である位置決めサーボコントローラについて図1～図4に基づいて詳細に説明する。

図1は、この一実施形態の位置決めサーボコントローラの構成を示す制御ブロック線図である。本実施形態の位置決めサーボコントローラは、加速度制御器8と、微分器9を備えている点が図32の従来の位置決めサーボコントローラと異なっている。

微分器9は、モータ4の位置応答 θ を2階微分してモータ4の加速度を出力する。加速度制御器8は、速度制御器2から出力された値とフィードフォワード制御器7から出力された値とが加算された値と、微分器9から出力されたモータ4の加速度との加速度偏差を入力して、加速度ループゲインKaによって加速度偏差をKa倍した値をトルク指令Trとしてトルクアンプ3に出力する比例制御器であ

る。

図1の制御ブロック線図を簡略化したものを図2に示す。

図2の制御ブロック線図をさらに簡略化するために、フィードフォワードゲイン $K_{ff1}=1$ とすると、図2の制御ブロック線図は、図3の制御ブロック線図のように簡略化される。

図3の制御ブロック線図と図34の制御ブロック線図とを比較した場合、分母の S' の項の係数は、図34の制御ブロック線図では J であるのに対して、図3の制御ブロック線図では $1+J/K_a$ となっている。

伝達関数 G の中で加速度ループゲイン K_a の値がモータ4のイナーシャ J の分母となっているため、加速度ループゲイン K_a の値が大きくなればなるほど J/K_a は0に近づく。

つまり、イナーシャ J の値が明確でないときでも、加速度ループゲイン K_a の値を適当な値に設定することによって、位置応答 θ に対するイナーシャ J の影響を少なくすることができる。

また、図3の制御ブロック線図ではフィードフォワードゲイン $K_{ff2}=1$ とすれば、位置指令 θ_r と位置応答 θ との間の伝達関数 G をほぼ1にすることができ、位置応答 θ の位置指令 θ_r に対する遅れを解消することができる。

図4は、 $K_p=25 [1/s]$ 、 $K_v=200 [1/s]$ 、 $K_a=10$ 、 $K_{ff1}=1 [1/s]$ 、 $K_{ff2}=1 [1/s]$ としたときの本実施形態の位置決めサーボコントローラの動作を示すグラフである。

図4には、位置指令 θ_r および位置応答 θ の微分 $d\theta/dt$ 、 $d\theta/dt$ の変動の様子が示されている。

図4の $d\theta_r/dt$ は、図35の $d\theta_r/dt$ と同じ波形となっている。

また、図4では、加減速時間、定常速度、所定の時間、位置ループゲイン K_p 、速度ループゲイン K_v 、イナーシャ J の値も図35での値と同じであるとし、加速度ループゲイン $K_a=10$ 、フィードフォワードゲイン $K_{ff1}=1$ 、 $K_{ff2}=1$ としている。

図4(a)のBの部分を拡大した図4(b)と、図35(b)と比較した場合、速度応答 $d\theta/dt$ のオーバーシュート量が減っているのがわかる。

図 1

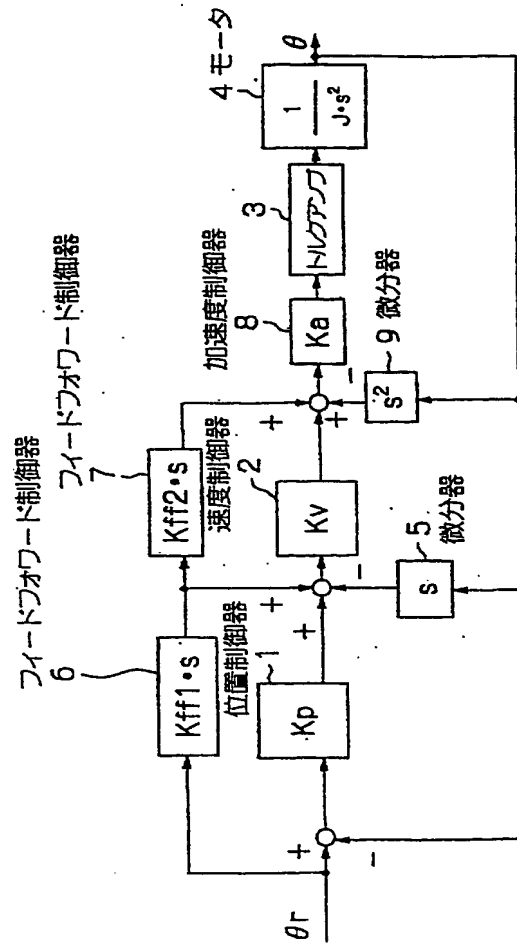


図 30

